

WAVE ABSORBER HAVING PLURAL FREQUENCY SELECTIVITY

Publication number: JP2002076670

Publication date: 2002-03-15

Inventor: ITO MASAHIKO; NAKAJIMA HIDEKI; HASHIMOTO OSAMU

Applicant: TOPPAN PRINTING CO LTD

Classification:

- international: H05K9/00; H05K9/00; (IPC1-7): H05K9/00

- european:

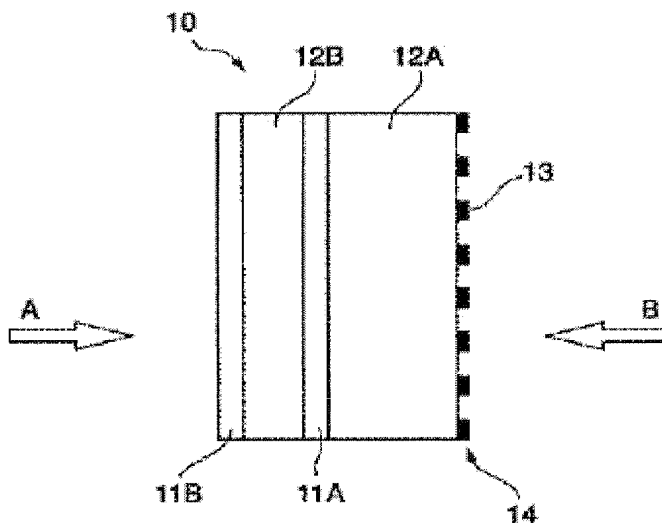
Application number: JP20000268177 20000905

Priority number(s): JP20000268177 20000905

[Report a data error here](#)

Abstract of JP2002076670

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a wave absorber with which such a wave shielding room can be formed easily that enables a person staying in the room to communicate with the outside or to receive noncommercial broadcasts without picture fluctuations nor malfunctions caused by reflection in the room or radio waves entering into the room by shielding or absorbing two or more of radio waves exclusively used for communications and bidirectionally transmitting the remaining radio waves and which does not become a source of radio interference. **SOLUTION:** On the wave reflecting surface 14 of this wave absorber on which metallic wire elements corresponding to the frequencies of a plurality of radio waves to be shielded are provided, pluralities of dielectric substances 12A, 12B,..., 12n and coating resistor films 11A, 11B,..., 11n are successively alternately arranged.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

PC 9490
国際調査報告で
挙げられた文献計7件

(19) 日本国特許庁 (J P) (12) 公開特許公報 (A) (11) 特許出願公開番号
特開2002-76670
(P 2002-76670A)
(43) 公開日 平成14年 3 月15日 (2002. 3. 15)

(51) Int. Cl. ⁷ 識別記号 F I テーマコード (参考)
H05K 9/00 H05K 9/00 M 5E321

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

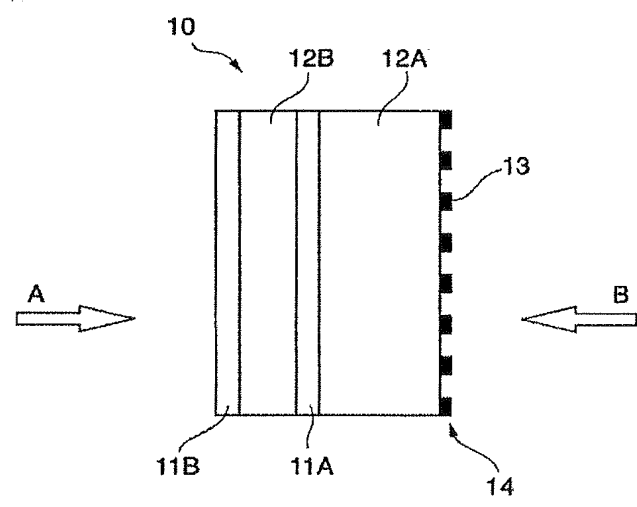
(21) 出願番号	特願2000-268177 (P 2000-268177)	(71) 出願人	000003193 凸版印刷株式会社 東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号
(22) 出願日	平成12年 9 月 5 日 (2000. 9. 5)	(72) 発明者	伊藤 晶彦 東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号 凸版印刷株式会社内
		(72) 発明者	中島 英実 東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号 凸版印刷株式会社内
		(72) 発明者	橋本 修 東京都世田谷区千歳台 6 丁目16番 1 号
		F ターム (参考)	5E321 AA42 BB23 BB25 GG05 GG12

(54) 【発明の名称】 複数の周波数選択性を有する電波遮蔽体

(57) 【要約】

【課題】 施工性に優れ、これを用いて電波遮蔽室を形成した場合に、専用通信に使用する電波二つ以上を遮蔽、吸収し、室内での反射や室外からの侵入による画面の揺らぎ、誤動作がなく、また上記以外の電波は双方向に透過して外部との通信や公共放送の受信が可能になり、テレビ電波の受信障害の源とならない電波遮蔽体を提供すること。

【解決手段】 遮蔽する複数の電波の周波数に対応した金属線素子が配設された電波反射面 1 4 に、第一誘電体 1 2 A 及び第一抵抗体皮膜 1 1 A、第二誘電体 1 2 B 及び第二抵抗体皮膜 1 1 B、以降、第 n 誘電体及び第 n 抵抗体皮膜を順次に複数配置したこと。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】遮蔽しようとする複数 ($n \geq 2$) の電波の周波数に対応した金属線素子が配設された電波反射面に、

- 1) 第一誘電体及び第一抵抗体皮膜、
- 2) 第二誘電体及び第二抵抗体皮膜、
- 3) 以降、第 n 誘電体及び第 n 抵抗体皮膜、までを順次に複数 ($n \geq 2$) 配置したことを特徴とする複数の周波数選択性を有する電波遮蔽体。

【請求項 2】吸収しようとする複数 ($n \geq 2$) の電波の周波数に対応した一枚以上の抵抗体皮膜に、

- 1) 第一の電波の周波数に対応した厚さを有する第一誘電体、及び第一の電波の周波数に対応した金属線素子が配設された第一電波反射面、
- 2) 第一誘電体の厚さと加算して、第二の電波の周波数に対応した厚さとなる厚さを有する第二誘電体、及び第二の電波の周波数に対応した金属線素子が配設された第二電波反射面、
- 3) 以降、第一誘電体～第 ($n - 1$) 誘電体の累積厚さと加算して、第 n の電波の周波数に対応した厚さとなる厚さを有する第 n 誘電体、及び第 n の電波の周波数に対応した金属線素子が配設された第 n 電波反射面、までを順次に複数 ($n \geq 2$) 配置したことを特徴とする複数の周波数選択性を有する電波遮蔽体。

【請求項 3】前記金属線素子が開放端を持ち、該開放端間の長さが遮蔽しようとする電波波長（誘電体中での波長）の約 2 分の 1 であることを特徴とする請求項 1、又は請求項 2 記載の複数の周波数選択性を有する電波遮蔽体。

【請求項 4】前記金属線素子が環状であり、該環状の長さが遮蔽しようとする電波波長（誘電体中での波長）に略等しいことを特徴とする請求項 1、又は請求項 2 記載の複数の周波数選択性を有する電波遮蔽体。

【請求項 5】前記金属線素子が開放端を持った金属線素子及び環状の金属線素子であって、該開放端間の長さが遮蔽しようとする電波波長（誘電体中での波長）の約 2 分の 1 であり、該環状の長さが遮蔽しようとする電波波長（誘電体中での波長）に略等しいことを特徴とする請求項 1、又は請求項 2 記載の複数の周波数選択性を有する電波遮蔽体。

【請求項 6】ある周波数においては電波の反射量が 5 dB 以下であることを特徴とする請求項 1～請求項 5 のいずれか 1 項に記載の複数の周波数選択性を有する電波遮蔽体。

【請求項 7】ある周波数においては電波の透過損失が 10 dB 以下であることを特徴とする請求項 1～請求項 5 のいずれか 1 項に記載の複数の周波数選択性を有する電波遮蔽体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電波遮蔽体に関するものであり、特に、複数の特定周波数の電波を選択的に遮蔽する電波遮蔽体に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、事業所内 PHS や無線 LAN の利用が広がりを見せるなか、情報の漏洩防止や外部からの侵入電波による誤動作やノイズ防止といった点から、オフィス内での電波環境を整えることが不可欠になっており、そのような電波環境の整備用部材として、既に種々のタイプのものが提案されている。例えば、特公平 6-99972 号公報には、金属やフェライトなどの電磁シールド部材をビルの躯体に付加することで、広い周波数帯域で任意の周波数の電波を使って情報通信が出来る電磁シールド・インテリジェントビルを提供することが述べられている。

【0003】しかし、このような鉄板、金属網、金属メッシュ、金属箔などの電波反射体や、フェライトなどの電波吸収体を電磁シールド部材として用いたものでは、それらの電磁シールド性に周波数選択性が無いため、遮蔽しようとする周波数以外の電波まで遮蔽してしまう。また上記電波反射体はテレビ電波を反射し、受信障害（ゴーストの発生）の原因となるため用いることが出来る箇所が制限される。さらに、電磁シールド部材間の隙間によってシールド性能が大きく低下するため、個々の部材が持つシールド性能を十分発揮させるには、部材間の接続や接地など施工面での厳密性が要求される。

【0004】特開平 10-169039 号公報は、このような問題点を解消するものであり、線状のアンテナ素子を定期的に配列させて遮蔽しようとする特定周波数の電波のみを遮蔽し、部材間の接続や接地も必要ないという優れたものである。しかし、その遮蔽は反射損失によるものが大部分であるため、オフィス内部において反射電波による画面の揺らぎや誤動作などが起こる場合があるのが問題点である。

【0005】特開平 9-162589 号公報や特開平 5-335832 号公報の発明は、共に、このようなオフィス内部における電波反射に起因する問題点を解消するもの、即ち、特定周波数の電波を選択的に吸収するものである。特開平 9-162589 号公報の発明は、導電体より大きく絶縁体より小さい電気抵抗値を持つエレメントを配列させて特定周波数（以上）の電波を吸収するものであり、また、特開平 5-335832 号公報の発明は、抵抗皮膜と電波反射体とを誘電体（厚さがこの誘電体内における電波波長の 4 分の 1）を挟んで配置し特定周波数の電波のみを選択的に吸収するものであり、いわゆる $\lambda/4$ 型電波吸収体に関するものである。

【0006】しかし、これらの電波吸収体にもそれぞれ以下に述べるような欠点がある。即ち、前者は電波の照射によってエレメント内を流れる交流電流の抵抗損失によるものであるため、微小な体積のエレメントでは遮蔽

しようとする周波数の電波においても実際的には透過が多くなり吸収可能な電波量は僅少になる点である。また、後者は吸収量が前者に比して大きく、周波数選択性にも優れるが、誘電体の裏側を金属箔や金属網などの電波反射体で裏打ちするため、遮蔽しようとする周波数以外の電波は反射してしまう点である。即ち、その周波数選択性は抵抗皮膜側から到来する電波の反射成分に対してのみのものである。さらに反射体側から到来する電波に対しては周波数に関係なく反射してしまい、上述したテレビ電波受信障害の原因となる可能性がある。

【0007】また既に、本発明者らは、電波遮蔽体間の接続や接地の必要がない施工性に優れた電波遮蔽体であり、この電波遮蔽体を用いて電波遮蔽室を形成した場合に、室内での専用通信（事業所内 PHS や無線 LAN など）に使用する電波の室内での反射や室外からの侵入に起因する画面の揺らぎや誤動作などが起こらず、また、上記以外の電波は双方向に透過して外部との通信や公共放送の受信が可能になり、テレビ電波の受信障害の源となることもない電波遮蔽体として、抵抗皮膜と、遮蔽しようとする電波の周波数に対応した特定の長さを有する金属線素子が配設された電波反射面とを、該電波波長の約 4 分の 1（但し、該電波波長は誘電体中での波長）の厚さを持つ誘電体を挟んで配置した構成からなる電波遮蔽体を考案しているが、この場合には電波を遮蔽、吸収できる周波数が 1 つしかない。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記のような従来の電波遮蔽体を持つ不都合を解消することを課題としたものである。即ち、電波遮蔽体間の接続や接地の必要がない施工性に優れた電波遮蔽体であり、この電波遮蔽体を用いて電波遮蔽室を形成した場合に、室内での専用通信（事業所内 PHS や無線 LAN など）に使用する電波二つ以上を遮蔽、吸収し、室内での反射や室外からの侵入に起因する画面の揺らぎや誤動作などが起こらず、また、上記以外の電波は双方向に透過して外部との通信や公共放送の受信が可能になり、テレビ電波の受信障害の源となることもない電波遮蔽体を提供することを課題としたものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、遮蔽しようとする複数（ $n \geq 2$ ）の電波の周波数に対応した金属線素子が配設された電波反射面に、

- 1) 第一誘電体及び第一抵抗皮膜、
- 2) 第二誘電体及び第二抵抗皮膜、
- 3) 以降、第 n 誘電体及び第 n 抵抗皮膜、までを順次に複数（ $n \geq 2$ ）配置したことを特徴とする複数の周波数選択性を有する電波遮蔽体である。

【0010】また、本発明は、吸収しようとする複数（ $n \geq 2$ ）の電波の周波数に対応した一枚以上の抵抗皮膜に、

1) 第一の電波の周波数に対応した厚さを有する第一誘電体、及び第一の電波の周波数に対応した金属線素子が配設された第一電波反射面、

2) 第一誘電体の厚さと加算して、第二の電波の周波数に対応した厚さとなる厚さを有する第二誘電体、及び第二の電波の周波数に対応した金属線素子が配設された第二電波反射面、

3) 以降、第一誘電体～第（ $n-1$ ）誘電体の累積厚さと加算して、第 n の電波の周波数に対応した厚さとなる厚さを有する第 n 誘電体、及び第 n の電波の周波数に対応した金属線素子が配設された第 n 電波反射面、までを順次に複数（ $n \geq 2$ ）配置したことを特徴とする複数の周波数選択性を有する電波遮蔽体である。

【0011】また、本発明は、上記発明における複数の周波数選択性を有する電波遮蔽体において、前記金属線素子が開放端を持ち、該開放端間の長さが遮蔽しようとする電波波長（誘電体中での波長）の約 2 分の 1 であることを特徴とする複数の周波数選択性を有する電波遮蔽体である。

【0012】また、本発明は、上記発明における複数の周波数選択性を有する電波遮蔽体において、前記金属線素子が環状であり、該環状の長さが遮蔽しようとする電波波長（誘電体中での波長）に略等しいことを特徴とする複数の周波数選択性を有する電波遮蔽体である。

【0013】また、本発明は、上記発明における複数の周波数選択性を有する電波遮蔽体において、前記金属線素子が開放端を持った金属線素子及び環状の金属線素子であって、該開放端間の長さが遮蔽しようとする電波波長（誘電体中での波長）の約 2 分の 1 であり、該環状の長さが遮蔽しようとする電波波長（誘電体中での波長）に略等しいことを特徴とする複数の周波数選択性を有する電波遮蔽体である。

【0014】また、本発明は、上記発明における複数の周波数選択性を有する電波遮蔽体において、ある周波数においては電波の反射量が 5 dB 以下であることを特徴とする複数の周波数選択性を有する電波遮蔽体である。

【0015】また、本発明は、上記発明における複数の周波数選択性を有する電波遮蔽体において、ある周波数においては電波の透過損失が 10 dB 以下であることを特徴とする複数の周波数選択性を有する電波遮蔽体である。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明を実施の形態に基づいて以下に詳細に説明する。図 1 は、本発明による複数の周波数選択性を有する電波遮蔽体の一実施例を示す断面図である。図 1 に示すように、複数の周波数選択性を有する電波遮蔽体（10）は、複数の電波の周波数に対応した金属線素子（13）が配設された電波反射面（14）に、第一誘電体（12A）及び第一抵抗皮膜（11A）、第二誘電体（12B）及び第二抵抗皮膜（11

B) が順次に配置されたものであり、2 周波数に対応した電波遮蔽体である。

【0017】また、図2は、本発明による複数の周波数選択性を有する電波遮蔽体の他の例を示す断面図である。図2に示すように、複数の周波数選択性を有する電波遮蔽体(20)は、複数の電波の周波数に対応した抵抗体皮膜(21)に、第一の電波の周波数に対応した厚さを有する第一誘電体(22A)、及び第一の電波の周波数に対応した金属線素子(23A)が配設された第一電波反射面(24A)、第一誘電体の厚さと加算して、第二の電波の周波数に対応した厚さとなる厚さを有する第二誘電体(22B)、及び第二の電波の周波数に対応した金属線素子(23B)が配設された第二電波反射面(24B)、が順次に配置されたものであり、2 周波数に対応した電波遮蔽体である。また図1、及び図2における白太矢印A、Bは、それぞれ電波の到来方向を表したものである。

【0018】本発明における抵抗体皮膜は、金属箔、金属網、金属、金属酸化物、金属窒化物、或いはその混合物の真空蒸着膜、スパッタリング膜、CVD膜(CV D: 化学的気相成長)、或いはその積層体や、炭素粒子などの抵抗体粒子をゴム、高分子樹脂中に分散させた複合型抵抗体などであり、その形態や製造方法、厚さなどに本質的な限定を受けるものではないが、遮蔽しようとする白太矢印A方向から到来する電波を十分吸収するため、その表面で進行波と反射波の間でインピーダンスをマッチングさせる必要がある。従って、抵抗体皮膜の厚みや誘電率、表面抵抗は伝送線路理論や電磁界解析を用いて決定する事が望ましい。

【0019】本発明における誘電体は、真空、空気、その他のガス、ガラス、セラミックス、有機高分子などであり、その材質に本質的な制限を受けるものではなく、複数の材質を組み合わせることもできるが、その厚みは、誘電体の誘電率や、吸収する複数の電波の周波数によって決定される。この厚みの決定についても伝送線路理論や電磁界解析が有効である。

【0020】本発明における電波反射面は、白太矢印B方向から到来する電波を反射するものであり、金属線素子を誘電体の表面に直接設けたものでも良いが、他の高分子フィルム、ガラス、セラミックス、紙などの上に金属線素子を設けたものでも良く、その金属線素子を抵抗体皮膜に対し誘電体を介して配置したものであれば良い。電波が到来している場所に、接地されていない金属棒や金属ワイヤーなどの導体を置いた場合、一部の電波は吸収され、他は導体中を流れる交番電流が作る電磁界との相互作用によって反射される。この時電波の吸収量と反射量との比(吸収量/反射量)は導体のインピーダンスによって変わり、インピーダンスが略0であればその比も略0となる。また、この吸収や反射は直接導体の表面に入射する電波に対してだけでなく、その導体周囲

の電波に対しても起こるが、導体から離れれば離れる程、吸収や反射量は少なくなる。また、導体と電波の相互作用(吸収、反射)は導体と電波が共鳴する場合に大きくなる。

【0021】即ち、図3～図5に示すように、開放端を持つ線状形状の導体の金属線素子を配列した電波反射面では、導体の金属線素子の開放端間の距離(C)が電波波長の2分の1の場合に共鳴し、相互作用が大きくなってこの面で殆ど反射する。言い換えると、この長さの導体と共鳴しない波長(周波数)の電波にとってはこの面は反射面とはならずその大部分が透過する。図3に示すように、直線形状の場合にはその長さが電波波長の2分の1になり、図4、図5に示すように、枝分かれを持つ形状では中心点から開放端までの距離(D)、(E)が電波波長の4分の1となる。

【0022】また、図6～図8に示すような環状の導体を配した場合には、環状導体の周囲長が電波波長と略等しい場合に共鳴し、この配列面が特定周波数の電波に対する反射面となる。さらに、二種以上の導体素子を組み合わせることにより複数の周波数について電波を遮蔽することが可能となる。また、図3～図5に示すように、開放端を持つ線状形状の導体の金属線素子を配列した面での電磁波シールド性能は、開放端を持つ線状形状の導体の電界制御によりもたらされるのに対し、図6～図8に示すような環状の導体を配した場合の電磁波シールド性能は、環状の導体による磁界制御によりもたらされるといった特徴があり、線状形状では導体を面内に数多く配列でき、また、環状形状では多くの偏波に対応できるといった長所がある。

【0023】本発明は、以上に述べたような線状導体の持つ性質を利用したもので、遮蔽しようとする周波数の電波(但し、その波長は誘電体中での波長)と共鳴するような長さの金属線素子を配列することで電波反射面としたものである。このような電波反射面の反射性能は、実際にはあるインピーダンスを持つ個々の金属線素子中を流れる交番電流の大きさによって決まるため、その線幅や厚さは大きい程、個々の金属線素子間の間隔は小さい程良くなる。しかし同時に、遮蔽しようとする周波数の電波以外の(周波数が赤外光以上のものを含む)電磁波の金属線素子表面における反射も大きくなるため周波数選択性が悪くなる。そこで実用上は、遮蔽しようとする周波数の電波に対する反射性能と周波数選択性を考慮して、金属線素子の線幅、厚さ、個々の金属線素子間の間隔が決定される。なお、本発明における複数の数は、50以下、即ち、 $50 \geq n \geq 2$ 程度、好ましくは $10 \geq n \geq 2$ 程度のものである。

【0024】ここでは、図3～図8まで、6種類の金属線素子を示したが、金属線素子の形状がこれらに限定されるものでないことは、上述の説明で明らかである。なお、本発明の電波遮蔽体を用いて電波遮蔽室などを作る

場合、電波反射面として個々に独立した金属線素子の配列面を用いているため、電波遮蔽体同士の接続や接地は必要ない。このことは施工性を極めて簡便にするもので本発明の電波遮蔽体の大きな利点である。

【0025】

【実施例】以下に本発明の実施例を詳細に説明する。9 GHz 及び 15 GHz の 2 周波数において電波を吸収、シールドする、本発明による電波遮蔽体の性能を表 1 に示す。測定は自由空間において行い、シールド性能測定は透過損失法、吸収性能測定は反射電力法を用いて行った。さらに、反射量測定に関しては基材である PET フィルムと比較して何 dB 反射量が增大したかの測定を行った。測定範囲は 2 GHz から 18 GHz の範囲で行い、ネットワークアナライザー（ヒューレッドパッカー社製：HP 8722C）の S21 モードにおいて測定した。

【0026】＜実施例 1＞100 μm の PET フィルム

	シールド性能 (dB: 9GHz)	吸 収 性 能 (dB: 9GHz)	シールド性能 (dB: 15GHz)	吸 収 性 能 (dB: 15GHz)
実施例 1	37.75	38.21	33.44	32.13
実施例 2	40.33	39.86	43.56	40.21
比較例 1	70 以上	37.47	70 以上	35.79

	シールド性能 (dB: 2GHz)	反 射 量 (dB: 2GHz)
実施例 1	5.31	4.88
実施例 2	3.77	3.94
比較例 1	70 以上	48.39

【0030】表 1 に示すように、対象とする周波数では十分なシールド性能、吸収性能が得られており、対象周波数以外では通信を行うには十分な透過性能を有していることが確認された。

【0031】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、複数の周波数において以下のような特性を持つ電波遮蔽体を供給できる。即ち、遮蔽しようとする周波数の電波のうち、抵抗体皮膜側から到来するものは吸収、電波反射面側から到来するものは反射し、さらに、その他の周波数の電波（電磁波）は双方向に透過させるという性質を有している。そのうえ、電波遮蔽体間の接続や接地の必要がなく施工性に優れている。また、本発明による電波遮蔽体は、この電波遮蔽体を用いて電波遮蔽室を形成すると、室内での専用通信（事業所内 PHS や無線 LAN など）に使用する電波の室内での反射や、室外からの侵入に起因する画面の揺らぎや誤動作などの

上に、ITO を表面抵抗の値が約 300 Ω/□、約 1000 Ω/□ となるように蒸着した抵抗体皮膜、9 GHz、15 GHz の 2 周波数をシールドする電波反射面をそれぞれ約 6.5 mm 間隔で配置することにより電波遮蔽体を作製した。これらの抵抗値ならびに間隔はポイント整合法により求めた。

【0027】＜実施例 2＞100 μm の PET フィルム上に、ITO を表面抵抗の値が約 400 Ω/□ となるように蒸着した抵抗体皮膜、15 GHz の周波数をシールドする電波反射面、9 GHz の周波数をシールドする電波反射面をそれぞれ約 5 mm、3 mm 間隔で配置することにより電波遮蔽体を作製した。

【0028】＜比較例 1＞実施例 1 と同様の構成において、電波反射面の代わりにアルミ板（約 0.5 mm 厚）を用いることにより電波遮蔽体を作製した。

【0029】

【表 1】

発生が防止できるとともに、外部との通信や公共放送の受信などが可能なものとなる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による複数の周波数選択性を有する電波遮蔽体の一実施例を示す断面図である。

【図 2】本発明による複数の周波数選択性を有する電波遮蔽体の他の例を示す断面図である。

【図 3】開放端を持つ線状形状の導体の金属線素子を配列した電波反射面の説明図である。

【図 4】開放端を持つ線状形状の導体の金属線素子を配列した電波反射面の説明図である。

【図 5】開放端を持つ線状形状の導体の金属線素子を配列した電波反射面の説明図である。

【図 6】環状の導体の金属線素子を配した電波反射面の説明図である。

【図 7】環状の導体の金属線素子を配した電波反射面の説明図である。

【図 8】環状の導体の金属線素子を配した電波反射面の説明図である。

【符号の説明】

10、20……本発明による電波遮蔽体

11A……第一抵抗体皮膜

11B……第二抵抗体皮膜

12A、22A……第一誘電体

12B、22B……第二誘電体

13……複数の電波の周波数に対応した金属線素子

14……複数の電波の周波数に対応した金属線素子が配設された電波反射面

21……抵抗体皮膜

23A……第一の電波の周波数に対応した金属線素子

23B……第二の電波の周波数に対応した金属線素子

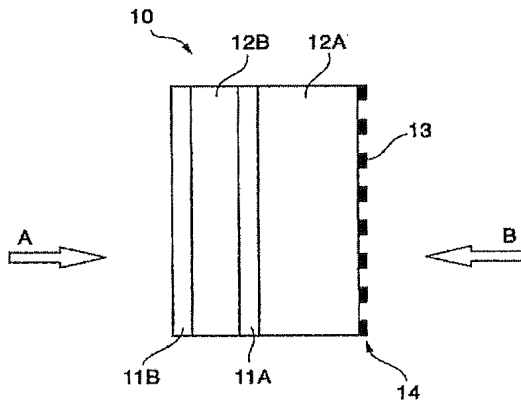
24A……第一電波反射面

24B……第二電波反射面

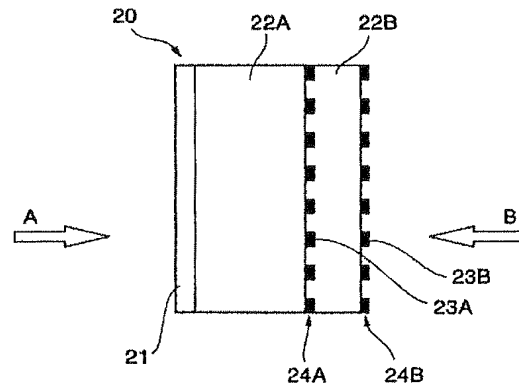
C……金属線素子の開放端間の距離

D、E……金属線素子の中心点から開放端までの距離

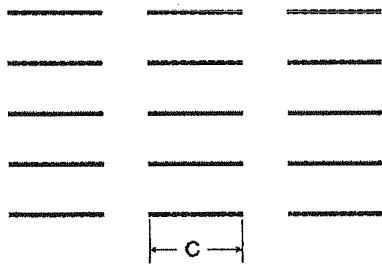
【図 1】



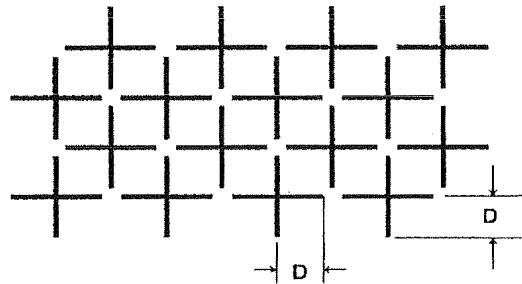
【図 2】



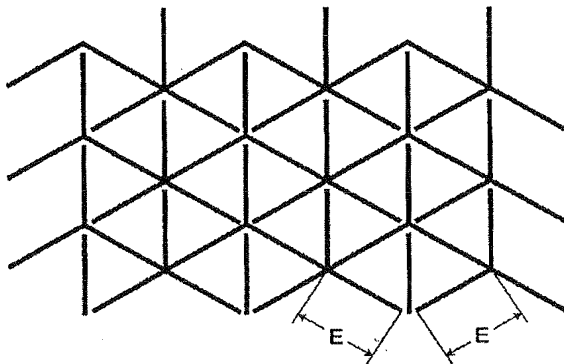
【図 3】



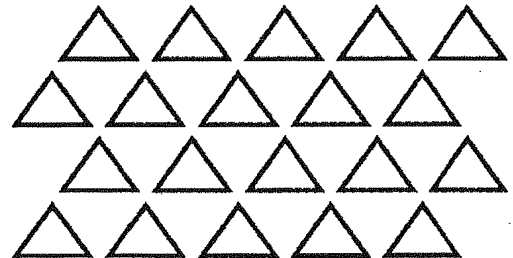
【図 4】



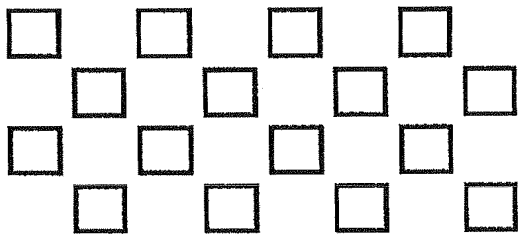
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

